

# 1. ÜNİTE ÖZETİ

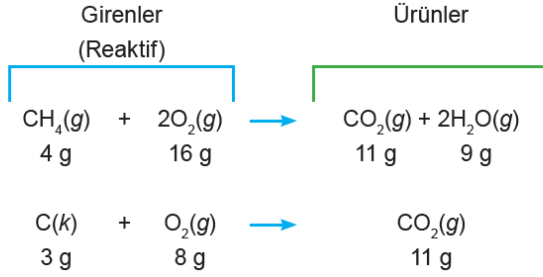
## 1. BÖLÜM

### KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

#### Kütlenin Korunumu Kanunu

Antoine Laurent Lavoisier (Antuon Loren Lavoziye) 18. yüzyılda yaptığı çalışmalarda maddenin kimyasal bir değişimden önceki toplam kütlesiyle değişimden sonraki toplam kütlesinin birbirine eşit olduğunu ortaya koymuştur. Bu kanuna göre bir tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı tepkimededen çıkan maddelerin kütleleri toplamına eşittir.

Örneğin,



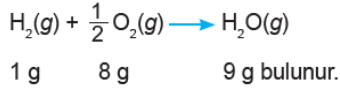
#### Sabit Oranlar Kanunu

Joseph Proust (Cozif Pirust) 1799'da aynı miktar bakır elementini sülfürik asit ya da nitrik asitte çözüp soda ya da potas ile karbonat şeklinde çöktürdüğünde daima aynı kütlede yeşil renkli karbonat bileşiği elde etmiştir. Bu ve buna benzer çalışmalar sonucunda sabit oranlar kanununu ileri sürmüştür.

Bu kanuna göre bir bileşiği oluşturan elementler arasında sabit ve basit bir oran vardır.

Örneğin, 18 g  $\text{H}_2\text{O}$  bileşiği 16 g oksijen ve 2 g hidrojen elementlerinden oluşmaktadır. Buna göre  $\text{H}_2\text{O}$

molekülünü oluşturan hidrojen ve oksijen elementleri arasındaki kütlece sabit oran  $\frac{MH}{Mo} = \frac{1}{8}$  ve tepkime denklemini aşağıdaki gibidir:



#### Katlı Oranlar Kanunu

John Dalton (Can Dalton) (Görsel 1.4) tarafından bulunan bu kanuna göre iki element arasında birden fazla bileşik oluşuyorsa bileşiklerdeki elementlerden birinin eşit miktarıyla birleşen diğer elementin farklı miktarları arasında tam sayılarla ifade edilen basit bir oran vardır. Bu duruma **katlı oranlar kanunu**, bulunan orana ise **katlı oran** denir.

Örneğin, NO ve  $\text{NO}_2$  bileşikleri incelendiğinde aynı miktar N elementiyle birleşen NO bileşiğindeki oksijen atomunun kütlesinin  $\text{NO}_2$  bileşiğindeki oksijen atomunun kütlesine oranının  $\frac{1}{2}$  olduğu görülmektedir.

Oksijen atomları arasındaki bu oran katlı orandır.

## 2. BÖLÜM

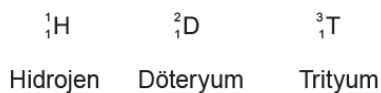
### MOL KAVRAMI VE HESAPLAMALARI

#### Atom Kütlesinin Belirlenmesi

1961 yılında kısaltması IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) olan Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği, yeni referans atom olarak  $^{12}\text{C}$  izotopunun kullanılmasına karar vermiştir.  $^{12}\text{C}$  izotopunun kütlesi 12,00 kabul edilmiş, diğer elementlerin kütleleri bu referans değere göre hesaplanmıştır.

#### İzotop Atom ve Ortalama Atom Kütlesi

Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı olan bu atomlara **izotop atom** denir. Birçok element doğada izotoplar hâlinde bulunur. Örneğin, hidrojenin bilinen 3 izotopu vardır.



Bazı elementler doğada tek tip atomlardan oluşmuştur ve doğal izotop içermez. Örneğin, alüminyum bunlardan biridir ve yalnızca  $^{27}\text{Al}$  atomlarından meydana gelmiştir. İzotopların doğada bulunma bolluklarına bağlı olarak ortalama atom kütlesi hesaplanır. Ortalama atom kütlesi hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{Ortalama Atom Kütlesi} = \frac{A_1 \cdot Y_1 + A_2 \cdot Y_2 + \dots}{100}$$

$A_1$  = 1. izotopun atom kütlesi

$A_2$  = 2. izotopun atom kütlesi

$Y_1$  = 1. izotopun doğada bulunma bolluğu

$Y_2$  = 2. izotopun doğada bulunma bolluğu

Ortalama atom kütlesi, izotopların doğada bulunma bolluklarına bağlı olarak tam veya ondalıklı sayı çıkabilir.

## Mol Kavramı

Atomlar ve moleküller normal yöntemlerle sayılamaz. Sayılamayacak çokluktaki tek çeşit bir maddenin miktarı Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI) **mol** birimi ile ifade edilir. Bu tıpkı buğdayın kile ya da şekerin kilo ile belirtilmesi gibidir.

12 g  $^{12}\text{C}$  izotopunda bulunan atom sayısı deneysel olarak tayin edilmiştir. Bu sayıya İtalyan bilim insanı Amedeo Avogadro'nun (Amediyo Avagadro) anısına **Avogadro sayısı** denilmiştir.

Avogadro sayısı  $N_A$  şeklinde gösterilir.  $N_A = 6,0221415 \cdot 10^{23}$ tür.

Avogadro sayısı genellikle  $6,02 \cdot 10^{23}$  sayısına yuvarlanarak kullanılır.

Mol, sadece atom ya da molekülleri için sınırlı olmayıp sayılamayacak çokluktaki bütün tek çeşit maddeler için kullanılır.

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane elektron = 1 mol elektron

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane proton = 1 mol proton

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane nötron = 1 mol nötron

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane atom = 1 mol atom

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane molekül = 1 mol molekül

$6,02 \cdot 10^{23}$  tane iyon = 1 mol iyon

## Mol Kütlesi

Bir mol atomun ya da bir mol molekülün gram cinsinden kütlesine **mol kütlesi (MA)** denir. Birimi g/mol'dür.

Atomların, atom kütleleri aynı zamanda sayısal değer olarak mol kütlelerine eşittir.

$^{12}\text{C}$  atomunun mol kütlesi 12 g/mol'dür.

$^{16}\text{O}$  atomunun mol kütlesi 16 g/mol'dür.

$^{27}\text{Al}$  atomunun mol kütlesi 27 g/mol'dür.

Bir tane atomun gram cinsinden kütlesine **gerçek atom kütlesi**, bir tane molekülün gram cinsinden kütlesine **gerçek molekül kütlesi** denir.

$$\text{Gerçek Atom Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23} \text{g}} = \frac{M_A}{N_A} \text{g}$$

$$\text{Gerçek Molekül Kütlesi} = \frac{M_A}{6,02 \cdot 10^{23} \text{g}} = \frac{M_A}{N_A} \text{g}$$

Atomların gerçek kütleleri, gramla ifade edilemeyecek kadar küçük değerler olduğundan atomik kütle birimi

(akb) ile ifade edilmiştir. Bilim insanları 1 tane  $^{12}\text{C}$  izotopunun kütlesinin  $\frac{1}{12}$  sini 1 **atomik kütle birimi (akb)** olarak kabul etmiştir. Bir tane atomun akb cinsinden kütlesine ise **bağıl atom kütlesi** denir.

Hidrojenin ( $^1\text{H}$ ) bağıl atom kütlesi = 1 akb  
Hidrojenin ( $^1\text{H}$ ) mol kütlesi = 1 g/mol  
 $\text{SO}_3$  molekülünün molekül kütlesi = 80 akb  
 $\text{SO}_3$  molekülünün mol kütlesi = 80 g/mol

Bağıl atom kütlesi ile mol kütlesi ya da molekül kütlesi ile mol kütlesi sayısal değer olarak birbirine eşittir ancak birimleri farklıdır.

Bütün kütle birimleri arasında bir ilişki bulunduğu gibi akb ile gram arasında da bir ilişki bulunmaktadır.

$$1 \text{ akb} = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ g} \quad \text{ya da} \quad 6,02 \cdot 10^{23} \text{ akb} = 1 \text{ g}$$

$$1 \text{ akb} = \frac{1}{N_A} \text{ g} \quad \text{ya da} \quad N_A \cdot \text{akb} = 1 \text{ g}$$

## Mol Kavramıyla İlgili Hesaplamalar

### 1) Mol Sayısı-Tanecik Sayısı İlişkisi

Atomik elementlerin (Na, Fe, He vb.) birer mollerinde eşit sayıda atom, molekül yapıları elementlerin ( $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  vb.) ve kovalent bağlı bileşiklerin ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  vb.) birer mollerinde ise eşit sayıda molekül bulunur. Başka bir ifadeyle Avogadro sayısı kadar tanecik bulunur.

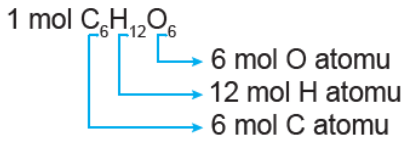
1 mol Na atomu  $6,02 \cdot 10^{23}$  tane Na atomu,  
1 mol  $\text{N}_2$  molekülü  $6,02 \cdot 10^{23}$  tane  $\text{N}_2$  molekülü,  
1 mol  $\text{CO}_2$  molekülü  $6,02 \cdot 10^{23}$  tane  $\text{CO}_2$  molekülü içerir.

$$n = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{6,02 \cdot 10^{23}} \quad n = \text{Mol sayısı}$$

### 2) Mol-Mol Atom Sayısı İlişkisi

Bileşikler farklı elementlerin belirli sayılarda bir araya gelmesiyle oluşur. Bileşiğin içerdiği mol atom sayısı, bileşiğin mol sayısından her zaman daha fazladır.

1 mol  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  molekülünde bulunan atomların mol atom sayılarına bakıldığında 6 mol C atomu, 12 mol H atomu ve 6 mol O atomu içerdiği görülür.



### 3) Mol Sayısı-Hacim İlişkisi

Aynı sıcaklık ve basınçta gazların hacimleriyle mol sayıları doğru orantılı olarak değişir.

- Aynı şartlarda (aynı sıcaklık ve basınç altında) ideal gazların eşit molları eşit hacim kaplar.
- Normal koşullarda ( $0^\circ\text{C}$  sıcaklık ve 1 atm basınç) 1 mol gaz 22,4L hacim kaplar.

**İdeal bir gazın hacmi biliniyorsa normal koşullar için**

$$n = \frac{V}{22,4} \quad n: \text{Mol sayısı, } V: \text{Verilen hacim (litre)}$$

- Standart koşullarda (oda koşullarında) ( $25^\circ\text{C}$  sıcaklık ve 1 atm basınç) 1 mol gaz 24,5 L hacim kaplar.

**Standart koşullar için**

$$n = \frac{V}{24,5} \quad n: \text{Mol sayısı, } V: \text{Verilen hacim (litre)}$$

formülleri kullanılır.

#### 4) Mol-Kütle İlişkisi

Kütlesi bilinen saf bir maddenin mol sayısı ya da mol sayısı bilinen saf bir maddenin kütlesi aşağıda verilen bağıntıyla veya oran-orantı yardımıyla hesaplanır.

Kütlesi verilen bir saf maddenin mol sayısı  $n = \frac{m}{M_A}$  bağıntısıyla hesaplanır.

m: Kütle

$M_A$ : Mol kütlesi

### 3. BÖLÜM

#### KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

##### Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi

Kimyasal tepkimelerde atom sayısı ve türü değişmeyeceğinden reaktiflerdeki ve ürünlerdeki atom sayıları ve türleri aynı olmalıdır.

1. Formüller değiştirilmez. Atom sayıları korunacak şekilde maddelerin önüne uygun katsayılar yazılır.
2. Yapısında fazla atom bulunduran büyük moleküllerin katsayısı genellikle 1 alınır.
3. Öncelikle denklemin her iki tarafındaki elementler denkleştirilir.
4. Element hâlinde bulunan maddelerin denkleştirilmesi en son yapılır. Reaksiyonda birden fazla element varsa genellikle hidrojen ve oksijen elementlerinin denkleştirilmesi sona bırakılır.
5.  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $Br_2$  gibi moleküler elementlerin katsayıları kesirli sayılar şeklinde yazılabilir. Ancak bileşik ve atomik yapıları elementlerin katsayıları kesirli yazılamaz.

##### Kimyasal Tepkime Denklemleri ve Özellikleri

Kimyasal türlerin (atom, molekül, iyon vb.) kendi özelliklerini kaybederek yeni özelliklerde maddeler oluşturmasına **kimyasal değişim** denir. Kimyasal değişimlerin çeşitli formül, sembol ve tepkime okuyla ( $\longrightarrow$ ) gösterilmesine **kimyasal tepkime denklemi** denir. Kimyasal olaylar tepkime denklemleriyle sembolize edilerek basitleştirilir.

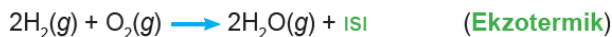
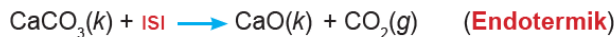


Uygun şartlarda hidrojen ve oksijen gazları bir araya geldiğinde kendi özelliklerini kaybedip yeni özellikteki suyu oluşturur. Kimyasal bir olay olan bu değişimin tepkime denklemi aşağıdaki gibidir:



tepkime okunun sol tarafındaki maddelere **girenler (reaktifler)** denir ve bu maddelerin kütlesi tepkime sırasında zamanla azalır. Tepkime okunun sağ tarafındaki maddelere **ürünler** denir.

Isı alarak gerçekleşen tepkimelere **endotermik (ısı alan)**, gerçekleşirken ısı açığa çıkaran tepkimelere **ekzotermik (ısı veren)** tepkime denir.



Reaktif ve ürünlerin aynı fiziksel hâllere sahip olduğu tepkimelere **homojen tepkime**, en az birinin farklı fiziksel hâle sahip olduğu tepkimelere **heterojen tepkime** denir.



Kimyasal tepkimelerle ilgili bazı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Değişen Özellikler	Değişmeyen Özellikler	Değişebilen Özellikler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktiflerdeki bağlar kırılır, ürünlerde yeni bağlar oluşur.</li> <li>• Atomlar yeniden düzenlenerek yeni maddeler oluşturur.</li> <li>• Maddelerin kimyasal özellikleri değişir.</li> <li>• Maddelerin fiziksel özellikleri değişir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toplam kütle</li> <li>• Atom sayısı ve atom türü</li> <li>• Toplam yük</li> <li>• Toplam elektron sayısı</li> <li>• Atomların proton sayısı</li> <li>• Atomların nötron sayısı</li> <li>• Çekirdek yapısı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mol sayısı</li> <li>• Molekül sayısı</li> <li>• Basınç</li> <li>• Hacim</li> <li>• Sıcaklık</li> <li>• Fiziksel hâl</li> </ul>

## Kimyasal Tepkime Çeşitleri

### I. Yanma Tepkimeleri

Yanma, maddelerin (element, bileşik, karışım) oksijenle tepkimeye girmesi şeklinde tanımlanabilir. Yanma olayı iki şekilde gerçekleşir: Demirin ya da gümüşün kararmasında olduğu gibi alevsiz yanmalara **yavaş yanma** (oksidlenme) denir. Odunun, metan gazı ya da mutfak gazının (propan-bütan) yanmasında olduğu gibi alevli yanmalara **hızlı yanma** denir.

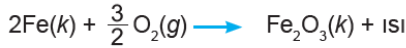
Yanmanın gerçekleşmesi için aşağıdaki koşullar oluşmalıdır:

- Yanıcı madde
- Yakıcı madde (oksijen)
- Tutuşma sıcaklığı (aktivasyon enerjisi)

#### Bütün Maddeler Yanar mı?

Bir element, oksijenle yaptığı bileşikte maksimum yükseltgenme basamağına sahipse o bileşik yanmaz. Örneğin, CO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bileşiklerinde bulunan merkez atomlar (C, S, N) maksimum yükseltgenme basamaklarına sahip olduklarından bu bileşikler yanmaz.

Yanma sırasında yanan maddelerdeki elementlerin oksijenli bileşikleri oluşur.

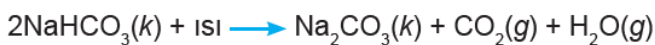


Organik bileşikler tam olarak yandığında CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O açığa çıkar.



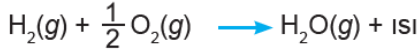
### II. Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Bir bileşiğin kendisini oluşturan bileşenlerine ayrılması sırasında gerçekleşen tepkimelere **analiz (ayrışma) tepkimeleri** denir. Bu tepkimelere aşağıdaki örnekler verilebilir:



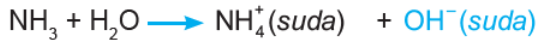
### III. Sentez (Birleşme, Oluşum) Tepkimeleri

Birden fazla maddenin yeni özelliklere sahip bir maddeyi oluşturduğu tepkimelere **sentez (birleşme) tepkimeleri** denir. Bu tepkimelere aşağıdaki örnekler verilebilir:



#### IV. Asit-Baz Tepkimeleri

Sulu çözeltilisine  $\text{H}^+$  iyonu veren maddelere **asit**,  $\text{OH}^-$  iyonu veren maddelere ise **baz** denir.



Sulu ortamda gerçekleşen asit-baz tepkimelerinde tuz ve su oluşur. Bu tepkimeler aynı zamanda **nötralleşme tepkimesi**dir.



Örneğin,

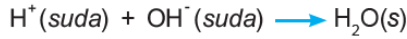


tepkimleri hem asit-baz tepkimesi hem de nötralleşme tepkimesidir.

Nötralleşme tepkimelerinde asitten gelen  $\text{H}^+$  iyonu ile bazdan gelen  $\text{OH}^-$  iyonu birleşerek su oluşturur. Tuz ise bazın katyonu ile asidin anyonundan oluşur. Bu tepkimelerde net iyon tepkimesi, suya göre yazılır. Verilen örneği inceleyiniz.



tepkimesine ait net iyon denklemi aşağıdaki gibidir.



Bazı asit-baz tepkimelerinde su oluşmaz. Bu tepkimelerin nötralleşme tepkimesi olabilmesi için sulu ortamda gerçekleşmesi gerekir.

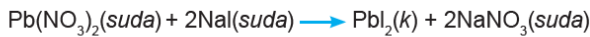
$\text{NH}_3$  gibi susuz bazlar (anhidrobaz) aşağıdaki şekilde tepkime verir. Bu tepkimeler nötralleşme tepkimesi değildir.



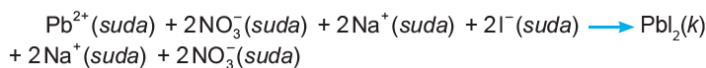
#### V. Çözünme-Çökme Tepkimesi

Sulu çözeltilerde gerçekleşen diğer bir tepkime türü **çözünme-çökme tepkimesi**dir. İyonik bileşikler sulu çözeltilerinde katyon ve anyon şeklinde iyonlarına ayrışır. Bu katyon ve anyonların karşılıklı yer değiştirmesiyle oluşan maddelerden çözünürlüğü fazla olan bileşik, iyonlarına ayrılmış hâlde çözeltilde kalırken çözünürlüğü az olan bileşik, çökerek dipte birikir.

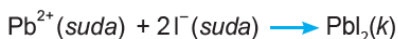
Aşağıdaki tepkimeyi inceleyiniz.



tepkimesinin iyonik eşitliği aşağıdaki gibidir:



tepkimesinde  $\text{Pb}^{2+}$  ile  $\text{I}^-$  iyonları birleşerek suda az çözünen  $\text{PbI}_2$  iyonik katısını oluşturur ve katı hâlde kabın dibine çöker.  $\text{NaNO}_3$  ise çözünürlüğü fazla olduğundan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{NO}_3^-$  iyonları hâlinde (seyirci iyon olarak) çözeltilde kalır, hiçbir değişime uğramaz. Çöken maddeyi oluşturan iyonlar yardımıyla net iyon denklemi aşağıdaki gibi yazılır.



### 3. BÖLÜM

## KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

#### 1. Denklemlerle Miktar Geçiş Hesaplamaları

Kimyasal tepkimelerde maddelerin katsayıları göz önünde bulundurularak kütle, mol, molekül sayıları hesaplanabilir. Aynı koşullara bağlı kalınarak gazların hacim hesaplamaları da yapılabilir. Kimyasal denklemdeki katsayılar, reaktiflerin tepkimeye girme ve ürünlerin oluşma oranları hakkında bilgi verir. Buna göre  $\text{NH}_3$  bileşiğinin (amonyak) oluşum denklemini inceleyiniz.

Özellik	Tepkime		
	$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g)$		
Mol Sayısı (n)	1 mol	3 mol	2 mol
Basınç (Sıcaklık ve hacim sabit)	P atm	3P atm	2P atm
Hacim (Sıcaklık ve basınç sabit)	V litre	3V litre	2V litre
Tanecik Sayısı	$N_A$ tane	$3N_A$ tane	$2N_A$ tane

#### 2. Sınırlayıcı Bileşen Hesaplamaları

Kimyasal tepkimelerde tepkimeye giren maddelerden en yüksek miktarda ve verimde bileşikler elde etmek amaçlanır. Bu da tepkimeye girecek maddelerin tamamen kullanılmasıyla (artansız tepkimesiyle) mümkündür. Ancak tepkime esnasında, reaksiyona giren maddeler her zaman artansız tepkime vermeyebilir. Maddelerin bir kısmı tamamen tükenirken bir kısmı artabilir. Tepkimede tamamen tükenen maddeye **sınırlayıcı bileşen** denir. Sınırlayıcı bileşen hesaplanırken aşağıdaki kurallar sırasıyla uygulanmalıdır:

1. Tepkime denklemi yazılarak denkleştirilir.
2. Reaktiflerin katsayılarının verilen mol sayılarına oranı bulunur. Oranı en küçük bileşen sınırlayıcı bileşendir.
3. Sınırlayıcı bileşen bulunduktan sonra işlemler sınırlayıcı bileşenin oranına göre yapılır.

#### 3. Yüzde Verim Hesaplamaları

Bir tepkimede oluşan veya oluşması beklenen madde miktarına **verim** denir. Genel olarak iki çeşit verim vardır: Bir tepkimede verilen miktarlardan yola çıkılarak elde edileceği öngörülen ürün miktarına **kuramsal (teorik) verim**, deneysel olarak gerçekleşen ve tepkime sonucu elde edilen ürün miktarına **gerçek (deneysel) verim** denir.

Kuramsal verim, gerçek verimden çoğunlukla büyüktür. Bir tepkimenin kuramsal verimi sınırlayıcı bileşene göre hesaplanır.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \cdot 100$$